

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-219760  
 (43)Date of publication of application : 27.08.1993

(51)Int.Cl.

H02N 1/00

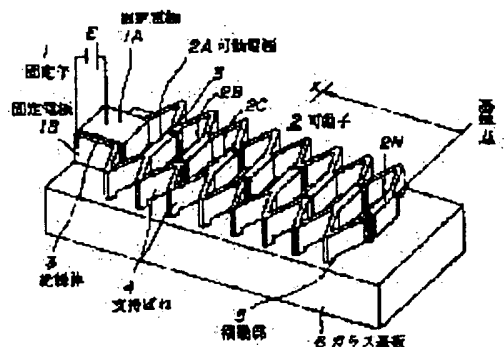
(21)Application number : 04-023026 (71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD  
 (22)Date of filing : 10.02.1992 (72)Inventor : NAKAGAWA WATARU  
 TSURUOKA MICHIIHIKO

## (54) ELECTROSTATIC ACTUATOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to obtain a large displacement with simple construction by connecting a plurality of movable electrodes or movable elements to a stator, having a pair of fixed electrodes divided through insulators, through support springs each other, and applying voltage through the support springs.

CONSTITUTION: A plurality of movable electrodes 2A-2N are connected to a stator having a pair of fixed electrodes 1A and 1B divided through insulators 3 through a plurality of elastic support members 4 each other, DC voltage is applied through the support members 4 from the electrodes 1A and 1B so that adjacent electrodes become reverse polarities each other, and electrostatic force acted on between electrodes is utilized to displace the movable electrodes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3144500

[Date of registration] 05.01.2001

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-219760

(43) 公開日 平成5年(1993)8月27日

(51) IntCl.<sup>5</sup>

H 0 2 N 1/00

識別記号

庁内整理番号

8525-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全4頁)

(21) 出願番号 特願平4-23026

(22) 出願日 平成4年(1992)2月10日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 中川 亘

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 鶴岡 亨彦

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

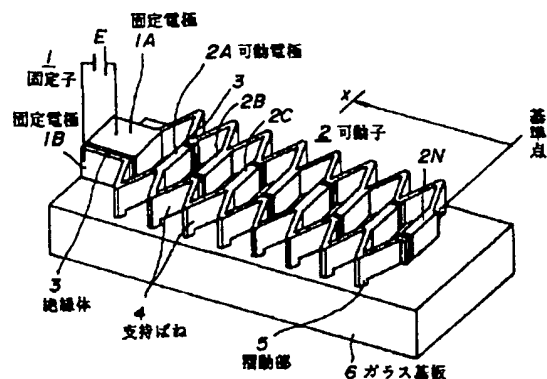
(74) 代理人 弁理士 松崎 清

(54) 【発明の名称】 静電式アクチュエータ

(57) 【要約】

【目的】 静電アクチュエータの変位量を大きくする。

【構成】 絶縁体3を介して分割された1対の固定電極1A、1Bを持つ固定子1に対し、複数の可動電極2A～2Nを複数の弾性支持部材4を介して互いに連結し、隣り合う電極同士が互いに逆極性となるよう電極1A、1Bから支持部材4を経て直流電圧を印加し、各電極間に作用する静電力を利用して可動電極2を変位させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁体を介して分割された1対の固定電極を持つ固定子に対し複数の可動電極を複数の弾性支持部材を介して連結し、隣り合う電極同士が互いに異なる極性となるように各固定電極から弾性支持部材を介して電圧を印加し、各電極間に作用する静電力を利用して可動電極を変位させることを特徴とする静電式アクチュエータ。

【請求項2】 前記複数の弾性支持部材のばね定数を、互いに異ならせることを特徴とする請求項1に記載の静電式アクチュエータ。

【請求項3】 絶縁体を介して分割された1対の固定電極を持つ固定子に対し、1対の櫛歯電極を持つ複数の可動子を複数の弾性支持部材を介して連結し、前記可動子の1対の櫛歯電極が互いに異なる極性となるように各固定電極から弾性支持部材を介して電圧を印加し、この1対の櫛歯電極間に作用する静電力を利用して可動子を変位させることを特徴とする静電式アクチュエータ。

【請求項4】 前記各可動子の1対の櫛歯電極の歯を変位方向に対して直角方向に配置することを特徴とする請求項3に記載の静電式アクチュエータ。

$$F = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot n \cdot t \cdot V^2 / 2d$$

として表わされる。

【0003】 図9に別の従来例を示す。これは、固定電極Kと可動電極Mとを対向配置し、両者に電圧を印加して矢印Fの如きギャップ間を小さくする方向の静電駆動※

$$F = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S \cdot V^2 / 2d^2$$

として表わされる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記いずれのものも変位量が極めて小さいためその適用範囲や用途が制限され、大きな変位量が要求される用途には適用できないという問題がある。したがって、この発明の課題は特に大きな変位量を発生し得るようにすることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するため、第1の発明では、絶縁体を介して分割された1対の固定電極を持つ固定子に対し複数の可動電極を複数の弾性支持部材を介して連結し、隣り合う電極同士が互いに異なる極性となるように各固定電極から弾性支持部材を介して電圧を印加し、各電極間に作用する静電力を利用して可動電極を変位させることを特徴としている。この第1の発明では、前記複数の弾性支持部材のばね定数を、互いに異ならせることができる。

【0006】 第2の発明では、絶縁体を介して分割された1対の固定電極を持つ固定子に対し、1対の櫛歯電極を持つ複数の可動子を複数の弾性支持部材を介して連結し、前記可動子の1対の櫛歯電極が互いに異なる極性となるように各固定電極から弾性支持部材を介して電圧を

\* 【請求項5】 前記各可動子の1対の櫛歯電極の歯を変位方向に対して平行に配置することを特徴とする請求項3に記載の静電式アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電極間の静電力を利用して物体を変位させる、外形がミリメートル以下の超小型の静電式アクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】 図8にこの種の従来例を示す。これは、櫛歯状の固定電極Kと可動電極Mとを適当なギャップを設けて互いに噛み合わせ、両者に電圧を印加することにより、櫛歯の長手方向に変位させ、櫛歯数に比例する静電駆動力を得るものである。①の如く電圧を印加したときは矢印R1の方向に、また②の如く電圧を印加したときは矢印R2の方向にそれぞれ変位する。なお、Hは支持部（固定部）を示す。この場合に作用する静電駆動力Fは $\epsilon$ を比誘電率、 $\epsilon_0$ を真空の誘電率、dをギャップ間距離、nを櫛歯数、tを歯厚、Vを印加電圧とすれば、

$$\dots (1)$$

※力を得るものである。この場合の静電駆動力Fは $\epsilon$ を比誘電率、 $\epsilon_0$ を真空の誘電率、dをギャップ間距離、Sを対向面積、Vを印加電圧とすれば、

$$\dots (2)$$

印加し、この1対の櫛歯電極間に作用する静電力を利用して可動子を変位させることを特徴としている。この第2の発明では、前記各可動子の1対の櫛歯電極の歯を変位方向に対して同方向または平行に配置することができる。

【0007】

【作用】 可動電極または可動子を支持ばね（弾性支持部材）を介して互いに連結し、この支持ばねを介して電圧を印加することにより、比較的簡単な構造で大きな変位を得られるようにする。

【0008】

【実施例】 図1はこの発明の実施例を示す斜視図である。同図において、1は固定電極1A、1Bからなる固定子、2は複数の可動電極2A～2Nからなる可動子、3は絶縁体、4は支持ばね（弾性支持部材）、5は摺動部、6はガラス基板をそれぞれ示している。すなわち、固定子1と複数の可動電極2A～2Nからなる可動子2とが支持ばね4を介して互いに連結され、ガラス基板6上に配置される。固定子1と第1の可動子2Aとの間および各可動子2Aと2B、2Bと2C…は絶縁体3によって図示のように絶縁され、各可動子2にはその下面全体がガラス基板6に当接しないよう、摺動部5によって支えられている。

3

【0009】したがって、固定子1の固定電極1A、1B間に図示のような直流電圧Eを印加すると、固定電極1Aと可動電極2A、可動電極2Aと2B、2Bと2C…の間には、先の(2)式で示すような静電力が発生する。各電極間は支持ばね4を介して互いに連結されているので、電極間の静電力が支持ばねの力に打ち勝てば可動子2は固定子1に引き付けられ、これにより基準位置から矢印方向へと変位(変位量x)することになる。可動子2は多数形成することが比較的容易であることから、簡単な構造で大きな変位量を得ることが可能となる。

【0010】図3は図1の変形例を示す斜視図である。これは、図1に示すものが電極間を互いに同じばね力を持つ支持ばね4を介して互いに連結しているのに対し、この実施例では固定子1に近いものから遠くに離れるものの順に、支持ばね4のばね力を次第に弱めて行くようにしたものである。ここでは支持ばね4の幅を順に狭くしてばね力を次第に弱めるようにしているが、こうする代わりにその厚みを変えるようにしても良い。こうすれば、印加電圧Eと変位xとの関係を図4のようなステップ状の関係にすることができ、印加電圧Eの大きさに応じた変位xを得ることが可能となる。印加電圧E1が、電極間の静電力が先端の支持ばねの力に打ち勝つときの電圧を示す。

【0011】図5はこの発明の第3実施例を示す斜視図である。これは、図1または図3に示す可動子2と対応する可動子1、22を対となる櫛歯電極21A、21B、22A、22Bにて構成し、可動子21と22との間および可動子22の先端を連結部材7により互いに結合するようにしたものである。そして、この場合も固定子1の固定電極1Aと1Bとの間に図示の如き電圧Eを印加すれば、固定電極1Aと櫛歯電極21A、22Aには正の電圧、また固定電極1Bと櫛歯電極21B、22Bには負の電圧がそれぞれ印加され、各櫛歯電極間には

4

先の(2)式で示すような静電力が働くため両者は矢印方向に互いに吸引され、これに伴い支持ばね4が弾性変形して基準位置から矢印方向へとxだけ変位することになる。この場合、変位xは例えば図6に示すように印加電圧Eの2乗に比例するので、図1や図3に示すもののようにステップ状に変位するものと比べてリニアな関係にすることができ、精度の良い微小変位を得ることが可能となる。なお、ここでは、可動子を2つとしたが、一般的には複数とすることができる。

【0012】図7は図5の変形例を示す斜視図である。これは、図5に示すものが可動子21、22の櫛歯電極を静電アクチュエータの変位方向に対して直角方向に動作するように配置しているのに対し、ここでは静電アクチュエータの変位方向と同方向に動作するように配置し、固定子1に対して近づくように変位させるようにした点が特徴である。なお、その他は図5と同様である。この例も可動子の数は2つに限らないことはいうまでもない。

【0013】

【発明の効果】この発明によれば、可動電極または可動子を支持ばねを介して互いに連結し、この支持ばねを介して電圧を印加するようにしたので、比較的簡単な構造で大きな変位を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の1実施例を示す斜視図である。

【図2】図1の動作を説明するための説明図である。

【図3】図1の変形例を示す斜視図である。

【図4】図3の動作を説明するための説明図である。

【図5】この発明の他の実施例を示す斜視図である。

【図6】図5の動作を説明するための説明図である。

【図7】図5の変形例を示す斜視図である。

【図8】従来例を示す概要図である。

【図9】別の従来例を示す概要図である。

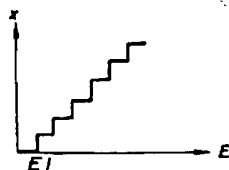
【符号の説明】

1…固定子、1A、1B…固定電極、2、21、22…可動子、2A～2N、21A、21B、22A、22B…可動電極、3…絶縁体、4…支持ばね、5…摺動部、6…ガラス基板、7…連結部材。

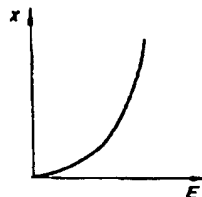
【図2】



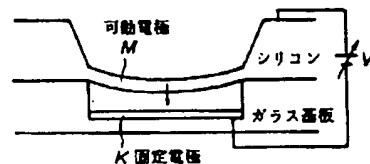
【図4】



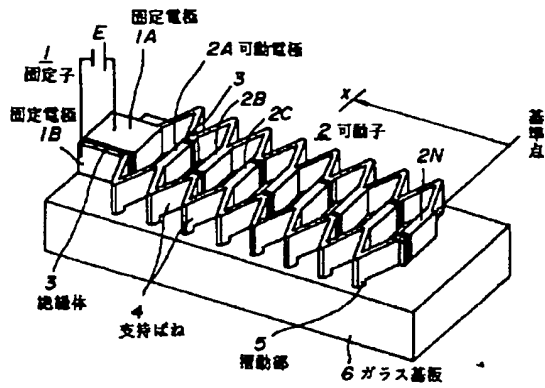
【図6】



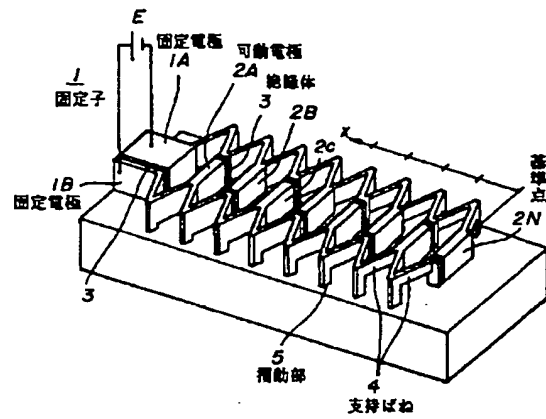
【図9】



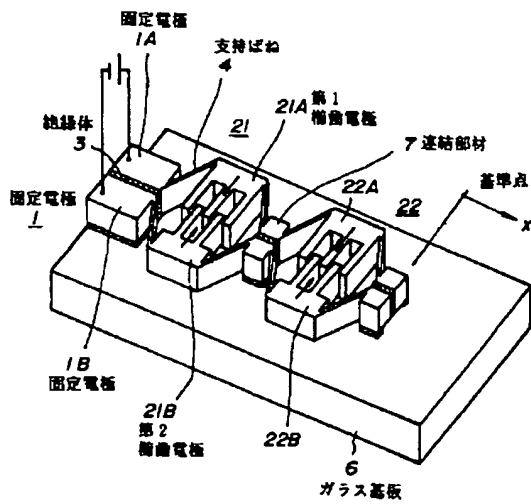
【図1】



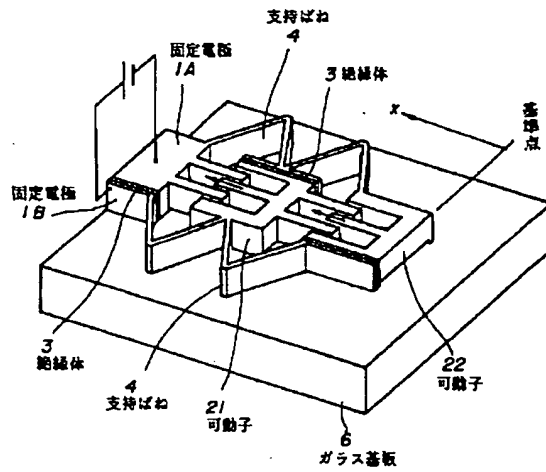
【図3】



【図5】



【図7】



【図8】

